

## **Compression and mechanical connectors for power cables for rated voltages up to 36 kV ( $U_m = 42$ kV) -- Part 1: Test methods and requirements**

Compression and mechanical connectors for power cables for rated voltages up to 36 kV ( $U_m = 42$  kV) -- Part 1: Test methods and requirements

## EESTI STANDARDI EESSÕNA

## NATIONAL FOREWORD

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Käesolev Eesti standard EVS-EN 61238-1:2006 sisaldab Euroopa standardi EN 61238-1:2003 ingliskeelset teksti.</p> <p>Käesolev dokument on jõustatud 13.03.2006 ja selle kohta on avaldatud teade Eesti standardiorganisatsiooni ametlikus väljaandes.</p> <p>Standard on kättesaadav Eesti standardiorganisatsioonist.</p> | <p>This Estonian standard EVS-EN 61238-1:2006 consists of the English text of the European standard EN 61238-1:2003.</p> <p>This document is endorsed on 13.03.2006 with the notification being published in the official publication of the Estonian national standardisation organisation.</p> <p>The standard is available from Estonian standardisation organisation.</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Käsitlusala:</b></p> <p>Applies to compression and mechanical connectors for power cables for rated voltages up to 30 kV (<math>U_m = 36</math> kV), e.g. buried cables or cables installed in buildings, having - conductors complying with EN 60228 and EN 60228A with cross-sectional areas 10 mm<sup>2</sup> and greater for copper and 16 mm<sup>2</sup> and greater for aluminium, - a maximum continuous conductor temperature not exceeding 90 °C. This standard is not applicable to connectors for overhead conductors, which are designed for special mechanical requirements, or to separable connectors with a sliding contact or multi-core connectors (i.e. ring connectors). Although it is not possible to define precisely the service conditions for all applications, two broad classes of connectors have been identified. Class A These are connectors intended for electricity distribution or industrial networks in which they can be subjected to short-circuits of relatively high intensity and duration. As a consequence, Class A connectors are suitable for the majority of applications. Class B These are connectors for networks in which overloads or short-circuits are rapidly cleared by the installed protective devices, e.g. fast-acting fuses. Depending on the application, the connectors are subjected to the following tests: Class A: heat cycle and short-circuit tests. Class B: heat cycle tests only. The object of this standard is to define the type test methods and requirements, which apply</p> | <p><b>Scope:</b></p> <p>Applies to compression and mechanical connectors for power cables for rated voltages up to 30 kV (<math>U_m = 36</math> kV), e.g. buried cables or cables installed in buildings, having - conductors complying with EN 60228 and EN 60228A with cross-sectional areas 10 mm<sup>2</sup> and greater for copper and 16 mm<sup>2</sup> and greater for aluminium, - a maximum continuous conductor temperature not exceeding 90 °C. This standard is not applicable to connectors for overhead conductors, which are designed for special mechanical requirements, or to separable connectors with a sliding contact or multi-core connectors (i.e. ring connectors). Although it is not possible to define precisely the service conditions for all applications, two broad classes of connectors have been identified. Class A These are connectors intended for electricity distribution or industrial networks in which they can be subjected to short-circuits of relatively high intensity and duration. As a consequence, Class A connectors are suitable for the majority of applications. Class B These are connectors for networks in which overloads or short-circuits are rapidly cleared by the installed protective devices, e.g. fast-acting fuses. Depending on the application, the connectors are subjected to the following tests: Class A: heat cycle and short-circuit tests. Class B: heat cycle tests only. The object of this standard is to define the type test methods and requirements, which apply</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>to compression and mechanical connectors for power cables with copper or aluminium conductors. Formerly, approval for such products has been achieved on the basis of national standards and specifications and/or the demonstration of satisfactory service performance. The publication of this IEC standard does not invalidate existing approvals. However, products approved according to these earlier standards or specifications cannot claim approval to this IEC standard unless specifically tested to it.</p> | <p>to compression and mechanical connectors for power cables with copper or aluminium conductors. Formerly, approval for such products has been achieved on the basis of national standards and specifications and/or the demonstration of satisfactory service performance. The publication of this IEC standard does not invalidate existing approvals. However, products approved according to these earlier standards or specifications cannot claim approval to this IEC standard unless specifically tested to it.</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**ICS 29.060.20**

**Võtmesõnad:**

**Compression and mechanical connectors for power cables  
for rated voltages up to 36 kV ( $U_m = 42$  kV)  
Part 1: Test methods and requirements  
(IEC 61238-1:2003, modified)**

Raccords sertis et à serrage mécanique  
pour câbles d'énergie de tensions  
assignées inférieures ou égales  
à 36 kV ( $U_m = 42$  kV)  
Partie 1: Méthodes et prescriptions  
d'essais  
(CEI 61238-1:2003, modifiée)

Pressverbinder und Schraubverbinder  
für Starkstromkabel für Nennspannungen  
bis einschließlich 36 kV ( $U_m = 42$  kV)  
Teil 1: Prüfverfahren und Anforderungen  
(IEC 61238-1:2003, modifiziert)

This European Standard was approved by CENELEC on 2003-06-01. CENELEC members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the Central Secretariat or to any CENELEC member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CENELEC member into its own language and notified to the Central Secretariat has the same status as the official versions.

CENELEC members are the national electrotechnical committees of Austria, Belgium, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Portugal, Slovakia, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.

## CENELEC

European Committee for Electrotechnical Standardization  
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique  
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung

**Central Secretariat: rue de Stassart 35, B - 1050 Brussels**

## Foreword

The text of document 20/599/FDIS, future edition 2 of IEC 61238-1, prepared by IEC TC 20, Electric cables, was submitted to the IEC-CENELEC parallel vote and was approved by CENELEC as EN 61238-1 on 2003-06-01.

A draft amendment, prepared by the Technical Committee CENELEC TC 20, Electric cables, was submitted to the formal vote and was approved by CENELEC for inclusion into EN 61238-1 on 2003-06-01.

The following dates were fixed:

- latest date by which the EN has to be implemented  
at national level by publication of an identical  
national standard or by endorsement (dop) 2004-03-01
- latest date by which the national standards conflicting  
with the EN have to be withdrawn (dow) 2006-06-01

Annexes designated "normative" are part of the body of the standard.

Annexes designated "informative" are given for information only.

In this standard, annexes A, B, E and ZA are normative and annexes C, D, F, G and H are informative.

Annex ZA has been added by CENELEC.

---

## Endorsement notice

The text of the International Standard IEC 61238-1:2003 was approved by CENELEC as a European Standard with agreed common modifications as given below.

### COMMON MODIFICATIONS

#### Title

**Amend** the title to show the following upper voltage limit:

“.....for rated voltages up to 36 kV ( $U_m = 42$  kV)”

#### Introduction

**Amend** the end of the first sentence of paragraph 1 to read:

“.....for rated voltages up to 36 kV ( $U_m = 42$  kV)”

#### Scope and object

**Amend** the voltage reference in paragraph 1 to read:

“.....for rated voltages up to 36 kV ( $U_m = 42$  kV),.....”

In the Bibliography, **add** the following note for the standard indicated:

IEC 60694      NOTE   Harmonized as EN 60694:1996 (not modified).

---

## Annex ZA (normative)

### Normative references to international publications with their corresponding European publications

This European Standard incorporates by dated or undated reference, provisions from other publications. These normative references are cited at the appropriate places in the text and the publications are listed hereafter. For dated references, subsequent amendments to or revisions of any of these publications apply to this European Standard only when incorporated in it by amendment or revision. For undated references the latest edition of the publication referred to applies (including amendments).

NOTE When an international publication has been modified by common modifications, indicated by (mod), the relevant EN/HD applies.

| <u>Publication</u>                       | <u>Year</u>  | <u>Title</u>                                                                                                                              | <u>EN/HD</u> | <u>Year</u> |
|------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|
| IEC 60050-461                            | 1984         | International Electrotechnical Vocabulary (IEV)<br>Chapter 461: Electric cables                                                           | -            | -           |
| A1                                       | 1993         |                                                                                                                                           | -            | -           |
| IEC 60228 (mod)<br>+ IEC 60228A<br>(mod) | 1978<br>1982 | Conductors of insulated cables<br>First supplement: Guide to the<br>dimensional limits of circular conductors                             | HD 383 S2    | 1986        |
| IEC 60493-1                              | 1974         | Guide for the statistical analysis of<br>ageing test data<br>Part 1: Methods based on mean values<br>of normally distributed test results | -            | -           |

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**61238-1**

Deuxième édition  
Second edition  
2003-05

---

---

**Raccords sertis et à serrage mécanique  
pour câbles d'énergie de tensions assignées  
inférieures ou égales à 30 kV ( $U_m = 36$  kV) –**

**Partie 1:  
Méthodes et prescriptions d'essais**

**Compression and mechanical connectors  
for power cables for rated voltages  
up to 30 kV ( $U_m = 36$  kV) –**

**Part 1:  
Test methods and requirements**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 61238-1:2003

## Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

## Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

## Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI ([www.iec.ch](http://www.iec.ch))
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI ([http://www.iec.ch/searchpub/cur\\_fut.htm](http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm)) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues ([http://www.iec.ch/online\\_news/justpub/jp\\_entry.htm](http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm)) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: [custserv@iec.ch](mailto:custserv@iec.ch)  
Tél: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

## Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

## Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

## Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site ([www.iec.ch](http://www.iec.ch))
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site ([http://www.iec.ch/searchpub/cur\\_fut.htm](http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm)) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications ([http://www.iec.ch/online\\_news/justpub/jp\\_entry.htm](http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm)) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: [custserv@iec.ch](mailto:custserv@iec.ch)  
Tel: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**61238-1**

Deuxième édition  
Second edition  
2003-05

---

---

**Raccords sertis et à serrage mécanique  
pour câbles d'énergie de tensions assignées  
inférieures ou égales à 30 kV ( $U_m = 36$  kV) –**

**Partie 1:  
Méthodes et prescriptions d'essais**

**Compression and mechanical connectors  
for power cables for rated voltages  
up to 30 kV ( $U_m = 36$  kV) –**

**Part 1:  
Test methods and requirements**

© IEC 2003 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland  
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE **XA**

Pour prix, voir catalogue en vigueur  
For price, see current catalogue

## SOMMAIRE

|                                                                                                                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| AVANT-PROPOS .....                                                                                                                                                                   | 6   |
| INTRODUCTION .....                                                                                                                                                                   | 10  |
| 1 Domaine d'application et objet.....                                                                                                                                                | 12  |
| 2 Références normatives .....                                                                                                                                                        | 14  |
| 3 Définitions.....                                                                                                                                                                   | 14  |
| 4 Symboles.....                                                                                                                                                                      | 18  |
| 5 Généralités .....                                                                                                                                                                  | 20  |
| 5.1 Ame.....                                                                                                                                                                         | 20  |
| 5.2 Raccords et outils de mise en œuvre.....                                                                                                                                         | 20  |
| 5.3 Etendue de l'acceptation .....                                                                                                                                                   | 20  |
| 6 Essais électriques .....                                                                                                                                                           | 22  |
| 6.1 Installation .....                                                                                                                                                               | 22  |
| 6.2 Mesures.....                                                                                                                                                                     | 24  |
| 6.3 Essai de cycles thermiques.....                                                                                                                                                  | 26  |
| 6.4 Evaluation des résultats .....                                                                                                                                                   | 32  |
| 6.5 Prescriptions.....                                                                                                                                                               | 34  |
| 7 Essais mécaniques .....                                                                                                                                                            | 34  |
| 7.1 Méthode .....                                                                                                                                                                    | 34  |
| 7.2 Prescriptions.....                                                                                                                                                               | 34  |
| 8 Rapport d'essai.....                                                                                                                                                               | 36  |
| Annexe A (normative) Egaliseurs et leur préparation.....                                                                                                                             | 50  |
| Annexe B (normative) Mesures.....                                                                                                                                                    | 54  |
| Annexe C (informative) Recommandations pour améliorer la précision des mesures .....                                                                                                 | 56  |
| Annexe D (informative) Détermination de la valeur du courant de court-circuit.....                                                                                                   | 58  |
| Annexe E (normative) Méthode de calcul .....                                                                                                                                         | 60  |
| Annexe F (informative) Explications de la méthode de calcul .....                                                                                                                    | 70  |
| Annexe G (informative) Explications du profil de température.....                                                                                                                    | 104 |
| Annexe H (informative) Explications de la méthode statistique d'évaluation des<br>résultats d'essai sur les raccords électriques .....                                               | 108 |
| Figure 1 – Circuits d'essai typiques pour raccords de jonction et cosses d'extrémité .....                                                                                           | 38  |
| Figure 2 – Circuit d'essai typique pour les raccords de dérivation.....                                                                                                              | 40  |
| Figure 3 – Cas typiques de mesures de résistance .....                                                                                                                               | 46  |
| Figure 4 – Deuxième cycle thermique .....                                                                                                                                            | 48  |
| Figure A.1 – Préparation des égaliseurs .....                                                                                                                                        | 52  |
| Figure E.1 – Exemple graphique d'évaluation d'un raccord individuel de Classe A.....                                                                                                 | 64  |
| Figure F.1 – Courbe des facteurs de résistance et du paramètre $\delta$ avant le cycle<br>thermique 1 .....                                                                          | 80  |
| Figure F.2 – Courbe des facteurs de résistance $k_{ij}^{\text{ij}}$ , des facteurs de résistance moyens<br>estimés $\bar{k}_{ij}$ , et de la moyenne globale estimée $\bar{k}$ ..... | 84  |

## CONTENTS

|                                                                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| FOREWORD .....                                                                                                                                 | 7   |
| INTRODUCTION .....                                                                                                                             | 11  |
| 1 Scope and object .....                                                                                                                       | 13  |
| 2 Normative references .....                                                                                                                   | 15  |
| 3 Definitions .....                                                                                                                            | 15  |
| 4 Symbols .....                                                                                                                                | 19  |
| 5 General .....                                                                                                                                | 21  |
| 5.1 Conductor .....                                                                                                                            | 21  |
| 5.2 Connectors and tooling .....                                                                                                               | 21  |
| 5.3 Range of approval .....                                                                                                                    | 21  |
| 6 Electrical tests .....                                                                                                                       | 23  |
| 6.1 Installation .....                                                                                                                         | 23  |
| 6.2 Measurements .....                                                                                                                         | 25  |
| 6.3 Heat cycle test .....                                                                                                                      | 27  |
| 6.4 Assessment of results .....                                                                                                                | 33  |
| 6.5 Requirements .....                                                                                                                         | 35  |
| 7 Mechanical tests .....                                                                                                                       | 35  |
| 7.1 Method .....                                                                                                                               | 35  |
| 7.2 Requirements .....                                                                                                                         | 35  |
| 8 Test report .....                                                                                                                            | 37  |
| Annex A (normative) Equalizers and their preparation .....                                                                                     | 51  |
| Annex B (normative) Measurements .....                                                                                                         | 55  |
| Annex C (informative) Recommendations to improve accuracy of measurement .....                                                                 | 57  |
| Annex D (informative) Determination of the value of the short-circuit-current .....                                                            | 59  |
| Annex E (normative) Calculation method .....                                                                                                   | 61  |
| Annex F (informative) Explanation of the calculation method .....                                                                              | 71  |
| Annex G (informative) Explanation of the temperature profile .....                                                                             | 105 |
| Annex H (informative) Explanation of the statistical method of assessing results of tests<br>on electrical connectors .....                    | 109 |
| Figure 1 – Typical test circuit for through connectors and terminal lugs .....                                                                 | 39  |
| Figure 2 – Typical test circuit for branch connectors .....                                                                                    | 41  |
| Figure 3 – Typical cases of resistance measurements .....                                                                                      | 47  |
| Figure 4 – Second heat cycle .....                                                                                                             | 49  |
| Figure A.1 – Preparation of equalizers .....                                                                                                   | 53  |
| Figure E.1 – Graphic example of assessment of an individual connector for Class A .....                                                        | 65  |
| Figure F.1 – Plot of connector resistance factors and parameter $\delta$ before heat cycle 1 .....                                             | 81  |
| Figure F.2 – Plot of resistance factors $k^{ij}$ , estimated mean resistance factors $\bar{k}_i$ and<br>estimated overall mean $\bar{k}$ ..... | 85  |

|                                                                                                                                                                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figure F.3 – Tracé des facteurs de résistance moyens estimés $\bar{k}_i$ , de la moyenne globale estimée $\bar{k}$ et du paramètre $\beta$ .....                                                          | 86  |
| Figure F.4 – Vieillessement typique d'un raccord électrique ( $k_{lim}$ facteur limite de résistance; $t_L$ durée de vie).....                                                                            | 88  |
| Figure F.5 – Tracé des facteurs de résistance, des valeurs ajustées, ordonnée à l'origine et pente estimées .....                                                                                         | 90  |
| Figure F.6 – Tracé des valeurs ajustées, des résiduels et du paramètre $M^i$ .....                                                                                                                        | 92  |
| Figure F.7 – Tracé de l'intervalle de confiance à 90 % pour la réponse moyenne et le paramètre $S^i$ .....                                                                                                | 96  |
| Figure F.8 – Tracé des paramètres $M^i$ , $S^i$ et $D^i$ et de la droite de régression .....                                                                                                              | 98  |
| Tableau 1 – Durée minimale de chauffage sous intensité élevée .....                                                                                                                                       | 30  |
| Tableau 2 – Prescriptions pour l'essai électrique.....                                                                                                                                                    | 34  |
| Tableau 3 – Effort de traction pour les essais mécaniques .....                                                                                                                                           | 34  |
| Tableau A.1 – Dimensions des égaliseurs.....                                                                                                                                                              | 50  |
| Tableau F.1 – Indices .....                                                                                                                                                                               | 70  |
| Tableau F.2 – Variables mesurées.....                                                                                                                                                                     | 70  |
| Tableau F.3 – Constantes.....                                                                                                                                                                             | 70  |
| Tableau F.4 – Calcul des variables .....                                                                                                                                                                  | 72  |
| Tableau F.5 – Paramètres mesurés régulièrement.....                                                                                                                                                       | 74  |
| Tableau F.6 – Nombre de facteurs de résistance $k^{ij}$ pour les raccords de Classe A .....                                                                                                               | 76  |
| Tableau F.7 – Facteurs de résistance des raccords $k^i$ , pour la Classe A, en fonction de la variable intermédiaire $x$ , de la dispersion initiale $\delta$ , et de la dispersion moyenne $\beta$ ..... | 82  |
| Tableau F.8 – Nombre de rapports de facteurs de résistance pour les raccords de Classe A .....                                                                                                            | 100 |
| Tableau F.9 – Températures maximales enregistrées pendant les cycles thermiques .....                                                                                                                     | 102 |
| Tableau H.1 – Résumé des prescriptions.....                                                                                                                                                               | 112 |

|                                                                                                                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figure F.3 – Plot of estimated mean resistance factors $\bar{k}_i$ , estimated overall mean $\bar{k}$ and parameter $\beta$ .....                                            | 87  |
| Figure F.4 – Typical ageing behaviour of an electrical connector ( $k_{lim}$ limiting resistance factor; $t_L$ lifetime) .....                                               | 89  |
| Figure F.5 – Plot of the resistance factors, fitted values, estimated intercept and estimated slope .....                                                                    | 91  |
| Figure F.6 – Plot of the fitted values, residuals and parameter $M^i$ .....                                                                                                  | 93  |
| Figure F.7 – Plot of the pointwise 90 % confidence interval for the mean response and parameter $S^i$ .....                                                                  | 97  |
| Figure F.8 – Plot of parameters $M^i$ , $S^i$ and $D^i$ with regression line .....                                                                                           | 99  |
| Table 1 – Minimum elevated current heating time .....                                                                                                                        | 31  |
| Table 2 – Electrical test requirements .....                                                                                                                                 | 35  |
| Table 3 – Tensile force for mechanical tests .....                                                                                                                           | 35  |
| Table A.1 – Equalizer dimensions .....                                                                                                                                       | 51  |
| Table F.1 – Indices .....                                                                                                                                                    | 71  |
| Table F.2 – Measured variables .....                                                                                                                                         | 71  |
| Table F.3 – Constants .....                                                                                                                                                  | 71  |
| Table F.4 – Calculated variables .....                                                                                                                                       | 73  |
| Table F.5 – Repeatedly measured parameters .....                                                                                                                             | 75  |
| Table F.6 – Number of calculated connector resistance factors $k^{ij}$ for Class A connectors .....                                                                          | 77  |
| Table F.7 – Connector resistance factors $k^{ij}$ for Class A connectors related to the dummy variable $x$ , the initial scatter $\delta$ and the mean scatter $\beta$ ..... | 83  |
| Table F.8 – Number of resistance factor ratios for connectors of Class A .....                                                                                               | 101 |
| Table F.9 – Recorded maximum temperatures during heat cycling .....                                                                                                          | 103 |
| Table H.1 – Summary of requirements .....                                                                                                                                    | 113 |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**RACCORDS SERTIS ET À SERRAGE MÉCANIQUE  
POUR CÂBLES D'ÉNERGIE DE TENSIONS ASSIGNÉES  
INFÉRIEURES OU ÉGALES À 30 kV ( $U_m = 36$  kV) –****Partie 1: Méthodes et prescriptions d'essais**

## AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant des questions techniques, représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales; ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61238-1 a été établie par le comité d'études 20 de la CEI: Câbles électriques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1993, et constitue une révision technique.

Par rapport à l'édition précédente, les modifications techniques majeures sont les suivantes:

- a) Le domaine d'application est désormais restreint aux raccords destinés aux câbles d'énergie de tension assignée inférieure ou égale à 30 kV ( $U_m = 36$  kV);
- b) La notion de mesure directe de résistance a été introduite, en variante de la mesure indirecte, avec des tolérances associées;
- c) Des limites de température ont été indiquées pour les raccords à perforation d'isolant, en fonction de la nature de l'enveloppe isolante;
- d) Pour les essais de court-circuit, des tolérances sur la durée ont été indiquées et des recommandations ont été introduites pour les fortes sections;
- e) Certains critères d'acceptation ont été révisés et harmonisés entre les raccords à serrage mécanique et les raccords sertis;
- f) L'information devant figurer dans le rapport d'essai a été ajoutée;
- g) Des annexes informatives ont été introduites, donnant des indications sur la précision des mesures, la méthode de calcul, le profil de température et la méthode d'évaluation statistique.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**COMPRESSION AND MECHANICAL CONNECTORS  
FOR POWER CABLES FOR RATED VOLTAGES  
UP TO 30 kV ( $U_m = 36$  kV) –****Part 1: Test methods and requirements**

## FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61238-1 has been prepared by IEC technical committee 20: Electric cables.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1993 and constitutes a technical revision.

Significant technical changes with respect to the previous edition are as follows:

- a) The scope is now restricted to connectors to be used on power cables for rated voltages up to 30 kV ( $U_m = 36$  kV);
- b) The concept of direct measurement of resistance has been introduced as an alternative to the indirect measurement, with associated tolerances;
- c) Temperature limits have been given for insulation piercing connectors, depending on the type of cable insulation;
- d) For short-circuit tests, tolerances have been given on the duration and recommendations have been given for large cross-sections;
- e) Some approval criteria have been revised and harmonized between mechanical connectors and compression connectors;
- f) The information to be included in the test report has been added;
- g) Informative annexes have been added, with information on measuring accuracy, the calculation method, the temperature profile and the statistical method.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| FDIS        | Rapport de vote |
|-------------|-----------------|
| 20/599/FDIS | 20/632/RVD      |

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2012. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

The text of this standard is based on the following documents:

| FDIS        | Report on voting |
|-------------|------------------|
| 20/599/FDIS | 20/632/RVD       |

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2012. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

## INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 61238 traite des essais de type pour les raccords sertis et à serrage mécanique, utilisables sur les âmes en cuivre ou en aluminium de câbles d'énergie de tensions assignées inférieures ou égales à 30 kV ( $U_m = 36$  kV). Quand un type de connexion répond aux prescriptions de cette norme, il est attendu qu'en service:

- a) la résistance de la connexion reste stable;
- b) la température du raccord soit du même ordre de grandeur ou inférieure à celle de l'âme;
- c) la tenue mécanique soit adéquate pour l'utilisation envisagée;
- d) si l'utilisation prévue nécessite l'application de courants de court-circuit, celle-ci n'affecte ni a), ni b).

Il convient de signaler que, si les essais électriques et mécaniques spécifiés dans la présente norme doivent prouver l'adéquation des raccords pour la plupart des conditions de fonctionnement, ils ne s'appliquent pas nécessairement aux situations dans lesquelles un raccord peut être porté à une température élevée du fait de la connexion à des équipements subissant des contraintes très sévères, ou si le raccord est soumis à des vibrations ou à des chocs mécaniques excessifs ou à des conditions de corrosion. Dans ces différents cas, il peut être nécessaire que les essais de la présente norme soient complétés par des essais spéciaux définis d'un commun accord entre le fournisseur et l'acheteur.

## INTRODUCTION

This part of IEC 61238 deals with type tests for compression and mechanical connectors for use on copper or aluminium conductors of power cables for rated voltages up to 30 kV ( $U_m = 36$  kV). When a design of connector meets the requirements of this standard, then it is expected that in service:

- a) the resistance of the connection will remain stable;
- b) the temperature of the connector will be of the same order or less than that of the conductor;
- c) the mechanical strength will be fit for the purpose;
- d) if the intended use demands it, application of short-circuit currents will not affect a) and b).

It should be stressed that, although the electrical and mechanical tests specified in this standard are to prove the suitability of connectors for most operating conditions, they do not necessarily apply to situations where a connector may be raised to a high temperature by virtue of connection to highly rated plant, or where the connector is subjected to excessive mechanical vibration or shock or to corrosive conditions. In these instances, the tests in this standard may need to be supplemented by special tests agreed between supplier and purchaser.

# **RACCORDS SERTIS ET À SERRAGE MÉCANIQUE POUR Câbles D'Énergie DE TENSIONS ASSIGNÉES INFÉRIEURES OU ÉGALES À 30 kV ( $U_m = 36$ kV) –**

## **Partie 1: Méthodes et prescriptions d'essais**

### **1 Domaine d'application et objet**

La présente partie de la CEI 61238 est applicable aux raccords sertis et à serrage mécanique pour câbles d'énergie de tensions assignées inférieures ou égales à 30 kV ( $U_m = 36$  kV), par exemple pour les câbles enterrés ou ceux installés à l'intérieur des bâtiments, ayant

- a) des âmes conformes aux prescriptions de la CEI 60228 et de la CEI 60228A, de section nominale au moins égale à 10 mm<sup>2</sup> pour le cuivre et au moins égale à 16 mm<sup>2</sup> pour l'aluminium,
- b) une température maximale de fonctionnement en service permanent au plus égale à 90 °C.

La présente norme n'est pas applicable aux raccords pour conducteurs aériens, qui sont conçus pour des prescriptions mécaniques spécifiques, ni aux raccords des connecteurs séparables équipés d'un contact glissant, ni aux raccords multipolaires (c'est-à-dire les connecteurs à arceau).

Bien qu'il ne soit pas possible de définir avec précision les conditions d'utilisation pour toutes les applications, deux grandes classes de raccords ont été définies.

#### *Classe A*

Il s'agit des raccords destinés à la distribution d'électricité ou aux réseaux industriels, dans lesquels ils peuvent être soumis à des courts-circuits d'intensité et de durée relativement élevées. En conséquence, les raccords de Classe A sont adaptés à la majorité des applications.

#### *Classe B*

Il s'agit des raccords destinés aux réseaux dans lesquels les surcharges ou les courts-circuits sont rapidement éliminés par des dispositifs de protection installés, par exemple des fusibles à coupure rapide.

Selon leur application, les raccords sont soumis aux essais suivants:

*Classe A:* cycles thermiques et essais de court-circuit;

*Classe B:* cycles thermiques uniquement.

L'objet de la présente norme est de définir les méthodes d'essais de type et les prescriptions à appliquer aux raccords sertis et à serrage mécanique utilisables sur les câbles d'énergie à conducteurs en cuivre ou en aluminium.

Antérieurement, les acceptations des produits ont été prononcées sur la base de normes et spécifications nationales et/ou la démonstration d'un comportement satisfaisant en service. La publication de la présente norme CEI ne rend pas caduques les acceptations existantes. Toutefois, les produits acceptés selon les normes ou spécifications antérieures ne peuvent se prévaloir d'une acceptation selon la présente norme CEI que s'ils ont été essayés spécifiquement selon les modalités qui y sont indiquées.

## COMPRESSION AND MECHANICAL CONNECTORS FOR POWER CABLES FOR RATED VOLTAGES UP TO 30 kV ( $U_m = 36$ kV) –

### Part 1: Test methods and requirements

#### 1 Scope and object

This part of IEC 61238 applies to compression and mechanical connectors for power cables for rated voltages up to 30 kV ( $U_m = 36$  kV), e.g. buried cables or cables installed in buildings, having

- a) conductors complying with IEC 60228 and IEC 60228A with cross-sectional areas 10 mm<sup>2</sup> and greater for copper and 16 mm<sup>2</sup> and greater for aluminium,
- b) a maximum continuous conductor temperature not exceeding 90 °C.

This standard is not applicable to connectors for overhead conductors, which are designed for special mechanical requirements, or to separable connectors with a sliding contact or multi-core connectors (i.e. ring connectors).

Although it is not possible to define precisely the service conditions for all applications, two broad classes of connectors have been identified.

##### *Class A*

These are connectors intended for electricity distribution or industrial networks in which they can be subjected to short-circuits of relatively high intensity and duration. As a consequence, Class A connectors are suitable for the majority of applications.

##### *Class B*

These are connectors for networks in which overloads or short-circuits are rapidly cleared by the installed protective devices, e.g. fast-acting fuses.

Depending on the application, the connectors are subjected to the following tests:

*Class A:* heat cycle and short-circuit tests;

*Class B:* heat cycle tests only.

The object of this standard is to define the type test methods and requirements, which apply to compression and mechanical connectors for power cables with copper or aluminium conductors.

Formerly, approval for such products has been achieved on the basis of national standards and specifications and/or the demonstration of satisfactory service performance. The publication of this IEC standard does not invalidate existing approvals. However, products approved according to these earlier standards or specifications cannot claim approval to this IEC standard unless specifically tested to it.

Une fois ces essais effectués, il n'est pas nécessaire de les répéter, à moins que des modifications n'aient été introduites dans le matériau du raccord, dans sa conception ou dans son procédé de fabrication, susceptibles d'en modifier les caractéristiques de fonctionnement.

## 2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60050(461):1984, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 461: Câbles électriques*  
Amendement 1 (1993)

CEI 60228:1978, *Ames des câbles isolés*

CEI 60228A:1982, Premier supplément – *Ames des câbles isolés – Guide pour les limites dimensionnelles des âmes circulaires*

CEI 60493-1:1974, *Guide pour l'analyse statistique de données d'essai de vieillissement – Première partie: Méthodes basées sur les valeurs moyennes de résultats d'essais normalement distribués*

## 3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 61238, les définitions suivantes s'appliquent. Lorsque cela est possible, les définitions utilisées sont conformes à la CEI 60050(461).

### 3.1

#### **raccord de connexion (de câbles)**

pièce métallique permettant de raccorder une âme à une partie d'équipement ou pour raccorder entre elles deux ou plusieurs âmes les unes aux autres

[VEI 461-17-03 modifiée]

### 3.2

#### **raccord de jonction**

pièce métallique permettant de raccorder les âmes de deux longueurs successives de câble

[VEI 461-17-04]

### 3.3

#### **raccord de dérivation**

pièce métallique permettant de raccorder l'âme d'un câble dérivé à celle d'un câble principal en un point intermédiaire de celui-ci

[VEI 461-17-05]

### 3.4

#### **cosse d'extrémité**

pièce métallique permettant de raccorder l'âme d'un câble à un autre élément d'équipement électrique

[VEI 461-17-01]

After they have been made, these tests need not be repeated unless changes are made in the connector material, design or manufacturing process which might affect the performance characteristics.

## 2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050(461):1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 461: Electric cables*  
Amendment 1 (1993)

IEC 60228:1978, *Conductors of insulated cables*

IEC 60228A:1982, First supplement – *Conductors of insulated cables – Guide to the dimensional limits of circular conductors*

IEC 60493-1:1974, *Guide for the statistical analysis of ageing test data – Part 1: Methods based on mean values of normally distributed test results*

## 3 Definitions

For the purposes of part of IEC 61238, the following definitions apply. Where possible, the definitions used are in accordance with IEC 60050(461).

### 3.1

#### **connector (of cables)**

metallic device for connecting a conductor to an equipment terminal or for connecting two or more conductors to each other

[IEV 461-17-03, modified]

### 3.2

#### **through connector**

metallic device for connecting two consecutive lengths of conductor

[IEV 461-17-04]

### 3.3

#### **branch connector**

metallic device for connecting a branch conductor to a main conductor at an intermediate point on the latter

[IEV 461-17-05]

### 3.4

#### **(terminal) lug**

metallic device to connect a cable conductor to other electrical equipment

[IEV 461-17-01]